

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
11 DE 31 39 024 A 1

51 Int. Cl. 3:
B 29 F 3/08
B 29 F 1/08

21 Aktenzeichen: P 31 39 024.2
22 Anmeldetag: 1. 10. 81
43 Offenlegungstag: 13. 5. 82

Patentamt
Berlin

23 Innere Priorität: 03.10.80 DE 30374539
71 Anmelder:
Barmag Barmer Maschinenfabrik AG, 5630 Remscheid, DE

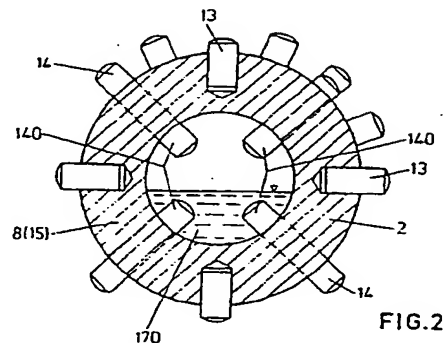
72 Erfinder:
Müller, Friedrich, 5609 Hückeswagen, DE

DE 31 39 024 A 1

54 »Extruderschnecke für Schneckenstrangpressen oder Spritzgußmaschinen«

Zur Temperaturvergleichmäßigung von Polymerschmelzen in Schneckenstrangpressen oder Spritzgußmaschinen weist die Schnecke (2) neben dem in axialer Richtung verlaufenden Hohlraum umfangsverteilter, radiale Wärmeleitpatronen (14) auf, die durch den Schneckenkern (8) in den Hohlraum hineinragen und von dem Wärmeträger umspült sind. Die Wärmeleitpatronen (14) können als in sich hermetisch verschlossene, nur teilweise mit einer Wärmeübertragungsflüssigkeit gefüllte Wärmerohre (heat-pipe Stifte) vorliegen oder an ihren Fußenden (140) offen sein. Der Schneckenkern (8) selbst kann ebenfalls als Wärmerohr ausgelegt sein oder aber an ein äußeres Temperiersystem für die umlaufende Temperierflüssigkeit (16) angeschlossen werden. Die Verwendung der erfindungsgemäßen Maßnahmen empfiehlt sich insbesondere bei der Verarbeitung von scher- und temperaturempfindlichen sowie anderen, schwierig zu handhabenden Polymeren und zur Abfuhr örtlich auftretender Friktionswärme.

(31 39 024)



DE 31 39 024 A 1

Patentansprüche

1. Extruderschnecke für Schneckenstrangpressen
oder Spritzgußmaschinen
mit einem auf einem Schneckenkern schraubenförmig
verlaufenden Schneckengang, der von den Flanken
mindestens eines Schneckensteges begrenzt ist und
mit einem Extruderzylinder zusammenwirkt, mit dem
er mehrere Schneckenabschnitte unterschiedlicher
Funktion definiert,
sowie im Schneckenkern befindlichen Einrichtungen
zum Temperieren der einzelnen Schneckenabschnitte,
wobei in den Schneckengang Einrichtungen zum Homo-
genisieren und Temperaturvergleichmäßigen radial
bis annähernd an die Innenwand des Extruderzylinders
hineinragen, welche sich auch in einem schnecken-
stegfreien Schneckenabschnitt befinden können,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Einrichtungen zum Homogenisieren und Tempe-
raturvergleichmäßigen als allseitig hermetisch ver-
schlossene, vorzugsweise hohlzylindrische Wärmeleit-
patronen (14) ausgebildet sind, die mit einer aus-
schließlich unter ihrem eigenen Dampfdruck stehenden
Wärmeträgerflüssigkeit (17) teilweise gefüllt sind,
und daß die Wärmeleitpatronen (14) so weit in den
hohlen Schneckenkern (8) hineinragen, daß sie von
einer im Schneckenhohlraum zirkulierbaren Temperier-
flüssigkeit (16) umspült sind.

2. Extruderschnecke nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Wärmeleitpatronen (14) zwischen umfangs-
verteilten, radialen Vorsprüngen (Mischnocken 13)
in einem schneckenstegfreien Abschnitt (12),
insbesondere im Bereich der Schneckenspitze (7),
vorliegen.
3. Extruderschnecke nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Wärmeleitpatronen (14) zwischen nockenartigen,
radialen Vorsprüngen (13) im schraubenförmig verlau-
fenden Schneckengang des Einzugs- (4) und/oder Umwand-
lungsabschnittes (10) (Aufschmelz-, Kompressionszone)
der Extruderschnecke (2) angeordnet sind.
4. Extruderschnecke nach mindestens einem der
Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Wärmeleitpatronen (14) druckdicht durch den
Schneckenkern (8) in den Schneckenhohlraum hindurch-
geführt und vorzugsweise verlötet sind.
5. Extruderschnecke nach einem oder mehreren
der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Schneckenkern (8) mit seinen Temperierein-
richtungen als Wärmerohr (heat-pipe) ausgebildet
ist.

28.11.81

3139024

Bag. 1219 DE

- 3 -

6. Extruderschnecke, insbesondere nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Wärmeleitpatronen (14) an ihren fußseitigen Enden (140) offen sind und bei der Drehung der Extruderschnecke (2) im Schneckenzyylinder (3) mit der im Wärmerohr eingeschlossenen Wärmeträgerflüssigkeit (170) bzw. deren Dämpfen füll- und entleerbar sind.
7. Extruderschnecke nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Einrichtungen zum Homogenisieren und Temperaturvergleichmäßigen als hohlzylindrische, am Kopfende verschlossene Wärmeleitstifte ausgebildet sind, die mit ihren unverschlossenen Fußenden in den mit einer zirkulierbaren Temperierflüssigkeit (16) gefüllten Schneckenhohlraum des Schneckenkerns (8) hineinragen (offenes Temperiersystem).

- 4 -

(siehe Deckblatt)

28.11.81

3139024

-4-

b a r m a g
Barmer Maschinenfabrik
Aktiengesellschaft
Remscheid-Lennep

"Extruderschnecke für Schneckenstrang-
pressen oder Spritzgußmaschinen"

Bag. 1219 DE

25.11.61

3139024

Bag. 1219 DE

- 5 -

"Extruderschnecke für Schneckenstrangpressen
oder Spritzgußmaschinen

Die Erfindung bezieht sich auf eine Extruderschnecke für Schneckenstrangpressen oder Spritzgußmaschinen mit einem auf einem Schneckenkern schraubenförmig verlaufenden Schnecken- gang, der von den Flanken mindestens eines Schneckensteges axial begrenzt ist und mit einem Extruderzylinder zusammen- wirkt, mit dem er mehrere Schneckenabschnitte unterschiedli- cher Funktion definiert, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Eine derartige Extruderschnecke ist beispielsweise aus den US-Ps'en 2,449,355 oder 3,007,198 bekannt. Es gibt hierbei verschiedene Anordnungen, um unterschiedliche Zonen der Schnecke durch eine Aufteilung des Schneckenhohlraumes weit- gehend unabhängig voneinander zu temperieren, insbesondere bei Bedarf zu kühlen oder zu beheizen. Eine derartige Tempe- rierung der Schnecke ist für die Verarbeitung von temperatur- empfindlichen thermoplastischen Kunststoffen, wie insbesondere Hart-PVC und dergleichen oder Duroplasten erforderlich. Sie hat sich in der Praxis, insbesondere bei großen Schneckenquer- schnitten, eingeführt und wird dort eingesetzt, wo in einem Schneckenabschnitt unerwünscht Wärme entsteht, beispielsweise Friktionswärme bei der Verarbeitung hochviskoser Kunststoffe, oder wo eine besonders intensive und gleichmäßige Wärmezufuhr erwünscht ist, was durch allein am Schneckenzyylinder angeord- nete Heiz- und Kühlsysteme meist nicht erreichbar ist.

Es sind außerdem Extruderschnecken bekannt, die zum Temperatur- vergleichmäßigen und zum Homogenisieren der Kunststoffschmelze besonders ausgebildete Mischteile aufweisen (DE-PS 20 30 756).

- 6 -

- 6 -

Insbesondere im engen Spalt der Ausstoßzone zwischen dem Schneckenzyylinder und einem stegfreien Schneckenabschnitt vor der Schneckenspitze wird dort eine erhebliche Dispergier- und Vergleichmäßigungswirkung durch radial hervorstehende Mischnocken erreicht, welche insbesondere die im schneckenkernnahen Bereich stauende Wärme in die Schmelzeschichten ableiten, die in der Nähe der Zylinderwand strömen. Hierdurch werden Temperaturgradienten abgebaut und schädliche örtliche Überhitzungen der Schmelze vermieden. Es hat sich dabei gezeigt, daß die metallenen Nocken oder Stifte für die Wärmeübertragung sehr wirksam sind, da ihre Wärmeleitfähigkeit um Zehnerpotenzen größer ist als die des plastifizierten oder aufgeschmolzenen Kunststoffes.

Die Zu- oder Abfuhr von Wärme vom Schneckenkern in Richtung zur Zylinderwand bzw. aus der Schmelze oder dem Schneckenkern in die im Schneckenhohlraum natürlich oder zwangsweise umlaufende Temperier- bzw. Heiz- oder Kühlflüssigkeit ist bei den verfahrenstechnischen Erfordernissen in erster Linie durch die Größe der Kontaktfläche und die Wärmeübergangs- und Wärmedurchgangswerte der wärmeübertragenden Stoffe, wie Stahl, Kunststoff, Schmelze, Feststoff oder dergleichen begrenzt. Die Grenzwerte lassen sich in den meisten Fällen in einem vorgegebenen System nicht verändern, so daß bei kritischen Polymeren genaue Verarbeitungshinweise der Rohstoffhersteller streng eingehalten werden müssen, um bestimmten Qualitätsansprüchen zu genügen.

Bei diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung, Maßnahmen anzugeben, durch welche die bei einer Extruderschnecke der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Art auftretenden Temperierprobleme überwunden werden können.

Die Lösung dieser Aufgabe ist im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegeben.

- 7 -

Sie besteht darin, daß die gemäß der DE-PS 17 78 263 bzw. der DE-PS 20 30 756 radial in den Schneckengang oder einen schneckenstegfreien Schneckenabschnitt hervorstehenden Nocken zum Homogenisieren und Temperaturvergleichmäßigen des plastifizierten oder aufgeschmolzenen Kunststoffes als allseitig hermetisch verschlossene, vorzugsweise hohlzylindrische Wärmeleitpatronen ausgebildet sind, die mit einer ausschließlich unter ihrem eigenen Dampfdruck stehenden Wärmeträgerflüssigkeit teilweise gefüllt sind, und daß diese Wärmeleitpatronen so weit in den hohlen Schneckenkern hineinragen, daß sie von der im Schneckenhohlraum zirkulierbaren Temperierflüssigkeit umspült sind.

Gemäß den Ansprüchen 2 bis 5 wird in Fortbildung der Erfindung vorgeschlagen, daß die Wärmeleitpatronen in einem schneckenstegfreien Abschnitt der Schnecken Spitze vorliegen und zwischen umfangsverteilten, nockenartigen radialen Vorsprüngen, insbesondere Zylinder- oder Kerbstiften, angeordnet sind. In vorteilhafter Weise können die Wärmeleitpatronen aber auch in anderen Schneckenabschnitten verwendet werden, insbesondere in Abschnitten, wo entweder aufgrund starker Scherbeanspruchung des zu plastifizierenden Polymeren örtlich unerwünscht hohe Wärmemengen erzeugt und Temperaturspitzen abgebaut werden müssen, oder andererseits, wo zum Vorwärmen oder Aufschmelzen des granulat- oder pulverförmigen Polymeren eine gezielte Wärmezufuhr ebenfalls durch den Schneckenkern erwünscht ist. In diesen Fällen sind die Wärmeleitpatronen vorzugsweise - ähnlich wie bei der DE-PS 17 78 263 - zwischen den Schneckenstegen angeordnet.

Um die Dichtigkeit zwischen dem temperierbaren Schneckenhohlraum und der unter dem hohen Massedruck im Schneckenkanal, insbesondere im Schneckenkanal der Meteringzone und der Schnecken spitze strömenden Schmelze (oder Plastifikat) zu gewährleisten,

sind die Wärmeleitpatronen druckdicht durch den Mantel des Schneckenkerns in den Schneckenhohlraum hindurchgeführt und an ihrem Umfang vorzugsweise hart verlötet.

Es hat sich aber auch gezeigt, daß eine Verbesserung der Wärmeleitung dadurch möglich ist, daß die Wärmeleitpatronen an ihrem in den hohlen Schneckenkern hineinragenden Ende offen sind und beim Umlauf der Extruderschnecke mit der umlaufenden Temperierflüssigkeit beaufschlagt werden. Diese läuft in der vertikal oben liegenden Stelle der Wärmeleitstifte in den Schneckenhohlraum zurück (Anspruch 7).

Als eine weitere vorteilhafte Lösung hat sich auch erwiesen, daß das in den vorangehenden Ansprüchen beschriebene Prinzip auf Extruderschnecken anwendbar ist, bei denen der Schneckenkern mit seinen Temperiereinrichtungen selbst als Wärmerohr ausgebildet ist, welches hermetisch verschlossen ist und ausschließlich unter dem Dampfdruck der im Wärmerohr enthaltenen Wärmeträgerflüssigkeit steht, mit der das Wärmeträgerrohr teilweise gefüllt ist (beispielsweise DE-AS 12 67 833, DE-OS 17 29 344). Durch die Drehung der Schnecke im Betrieb wird dabei der in den Hohlraum des Schneckenkerns hineinragende Fuß der Wärmeleitpatrone automatisch von der kondensierten Wärmeträgerflüssigkeit umspült, die durch an sich bekannte Einbauten vom Schaftende der Schnecke zur Schneckenspitze hin gefördert wird. Bei dieser Ausführung können im Schneckenhohlraum und in den Wärmeleitpatronen bei Bedarf auch unterschiedliche Wärmeträgerflüssigkeiten verwendet werden.

Die erfindungsgemäß angewandten Wärmeleitpatronen oder Wärmeleitstifte (heat-pipe-Stifte) sind heute in verschiedenen Abmessungen im Handel erhältlich. Sie werden beispielsweise schon zum Kühlen an unzugänglichen Stellen von kompliziert aufgebauten Spritzgußformen verwendet. Derartige Wärmeleitpatronen

haben ein sehr hohes Wärmeleitvermögen, das um den Faktor 1000 größer ist als das von Kupfer. Hierdurch ist ein intensiver, thermisch annähernd trägheitsloser Wärmetransport zwischen der Kunststoffschmelze und dem Kühlmedium einerseits oder umgekehrt von einer entsprechenden Wärmequelle in das aufzuschmelzende Granulat oder Pulver im Schneckenkanal möglich.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung beschrieben.

Es zeigen:

- Fig. 1 eine Schneckenstrangpresse mit einer Extruderschnecke und mit einem Mischnocken und Wärmeleitpatronen aufweisenden schneckenstegfreien Ausstoßabschnitt in der Meteringzone;
- Fig. 2 einen Querschnitt der Schnecke gemäß Fig. 1 (vergrößert);
- Fig. 3 einen Längsschnitt der Extruderschnecke nach Fig. 1 mit Innentemperierung;
- Fig. 4 eine Wärmeleitpatrone.

Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellungsweise eine Schneckenpresse 1, an der die erfindungsgemäßen Maßnahmen angewandt sind. Daß diese sich auf die Extruderschnecke 2 beziehenden Maßnahmen auch bei einer Schnecke für eine Spritzgußmaschine anwendbar sind, bedarf keiner ergänzenden Ausführungen oder Zeichnungen und wird als für den Fachmann selbstverständlich vorausgesetzt.

Die Schneckenstrangpresse 1 besteht aus dem Schneckenzyylinder 3, der im Einzugsabschnitt 4 der Schnecke 2 eine Öffnung 5 und einen darüber angeordneten Einfülltrichter 6, am schaftseitigen Ende der Schnecke 2 ein nicht näher bezeichnetes Antriebsgehäuse und am stirnseitigen Ende 7 der Schnecke 2 ein nicht dargestelltes, demontierbares Strangpreßwerkzeug aufweist. Die Extruderschnecke 2 besteht aus dem Schneckenkern 8 und den auf seinem Umfang schraubenlinienförmig

verlaufenden Stegen 9, welche mit ihren sich gegenüberliegenden Flanken den Schneckengang definieren. Dabei wird zwischen dem Einzugsabschnitt 4 mit konstanter hoher Gangtiefe (Schneckenzone A) dem Umwandlungs-Kompressions- oder Aufschmelzabschnitt 10 (Schneckenzone B) mit in Förderrichtung zunehmendem Schneckenkernquerschnitt und dem Ausstoß- oder Meteringabschnitt 11 (Schneckenzone C) mit konstanter niedriger Gangtiefe unterschieden. Das Ende der Schnecke 2 bildet beispielsweise ein schneckenstegfreier Mischabschnitt 12, der als ein dem Ausstoßabschnitt C nachgeordneter Schneckenabschnitt D zur Vergleichmäßigung bestehender Temperaturunterschiede, Konzentrationsgradienten im Schneckenkanal und dergleichen sowie mit einer Schnecken spitze 7 an seinem Ende ausgebildet ist. In dem schneckenstegfreien Mischabschnitt 12 sowie im Aufschmelzabschnitt 10 und im Ausstoßabschnitt 11 sind radial in dem Schneckenkanal stehende Zylinderstifte oder Nocken 13 angeordnet, durch welche die noch nicht ganz aufgeschmolzenen, zusammengebackenen Kunststoffkörner aufgehalten und in kleinere Einheiten aufgebrochen sowie die Schmelzeströme in ihrer Richtung umgelenkt und im Schneckenkanal intensiv vermischt werden. Wie die Fig. 2 und 3 zeigen, sind neben den Mischnocken 13 auch einige radiale Stifte als Wärmeleitpatronen 14 ausgebildet. Sie ragen mit ihren Fußenden 140 durch den Mantel 15 des hohlen Schneckenkerns 8 hindurch, wo sie bei der Drehung der Extruderschnecke 2 von einer Temperierflüssigkeit 16 umspült werden. Diese Wärmeleitpatronen 14 sind vorzugsweise hohlzylindrisch ausgebildet und an ihren Enden hermetisch verschlossen. Sie sind aus einem die Wärme sehr gut leitenden Werkstoff, wie z. B. Kupfer oder Stahl hergestellt und an ihrer äußeren Oberfläche mit einer dünnen Platinschicht überzogen. Vor dem Verschließen werden die in Fig. 4 als Einzelheit gezeigten Wärmeleitpatronen teilweise mit einer Wärmeträgerflüssigkeit gefüllt und die über der Flüssigkeit stehenden Inertgase und Dämpfe bis zum Partialdampfdruck der Wärmeträgerflüssigkeit 17

28.11.61

3139024

- 11 -

bei der Behandlungstemperatur evakuiert. In den Mantel 15 des Schneckenkerns 8 werden sie in der gewünschten Höhe druckdicht eingelötet, um bei den vorliegenden hohen Massedrücken nicht radial nachzugeben und das Temperiersystem im Inneren der Extruderschnecke 2 zu beschädigen.

Wie Fig. 3 zeigt, kann die Temperierflüssigkeit durch ein zur Extruderschnecke achsparalleles Rohr 18, das bis zur Schnecken spitze 7 reichen kann, zugeführt werden (vgl. auch US-PS 2,449,355), wobei sie mittels eines Düsenkopfes 19 radial verteilt wird, oder es kann wie in Fig. 2 ein geschlossenes Wärmerohr (heat-pipe) vorliegen.

Gemäß der vorliegenden Erfindung sind verschiedene Systeme möglich, die alle gemeinsam haben, daß hohlzylindrische Wärmeleitelemente Verwendung finden, die einen Wärmetransport zwischen den schneckenkernnahen Schmelzeschichten und schneckenzylinder nahen Schmelzeschichten im Sinn eines Temperatúrausgleichs bewirken. So können zum einen die Wärmeleitelemente hermetisch verschlossene Wärmeleitpatronen 14 sein, die in ein geschlossenes System (heat-pipe) oder ein offenes Temperiersystem hineinragen. Zum anderen können die Wärmeleitelemente an ihrem Fußende 140 offen sein und in ein geschlossenes System (heat-pipe Schnecke) oder in ein offenes Temperiersystem (Fig. 3) hineinragen.

Die günstigste Anordnung bzw. Auslegung erfolgt jedoch immer nach den Bedürfnissen des speziellen Anwendungsfalles.

- 12 -

20.11.81

3130024

Bag. 1219 DE

- 12 -

BEZUGSZEICHENAUFSTELLUNG

- 1 Schneckenstrangpresse
- 2 Extruderschnecke
- 3 Schneckenzyylinder
- 4 Einzugsabschnitt
- 5 Öffnung
- 6 Einfülltrichter
- 7 stirnseitiges Schneckenende
- 8 Schneckenkern
- 9 Steg
- 10 Aufschmelzabschnitt
- 11 Ausstoßabschnitt
- 12 Mischabschnitt
- 13 Zylinderstift, Nocken
- 14 Wärmeleitpatronen - 140 Fußende
- 15 Mantel des Schneckenkerns
- 16 Temperierflüssigkeit
- 17 Wärmeträgerflüssigkeit
- 18 Rohr
- 19 Düsenkopf

- 170 Wärmeträgerflüssigkeit im Wärmerohr

13

Nummer: 3139024
 Int. Cl.³: B 29 F 3/68
 Anmeldetag: 1. Oktober 1981
 Offenlegungstag: 13. Mai 1982

- 13 -

3139024

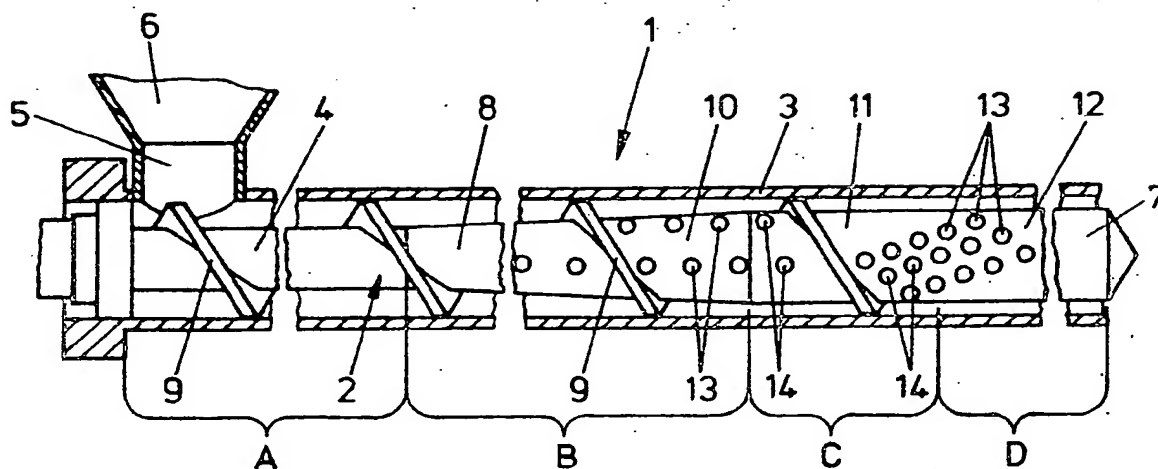


FIG. 1

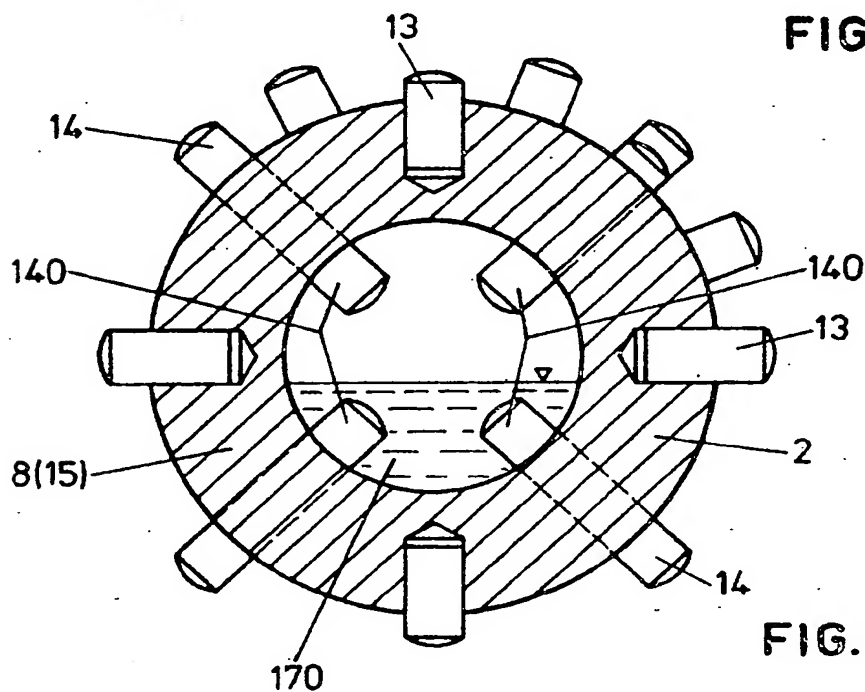


FIG. 2

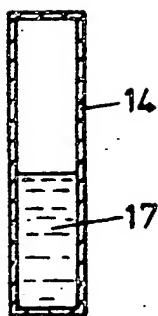


FIG. 4

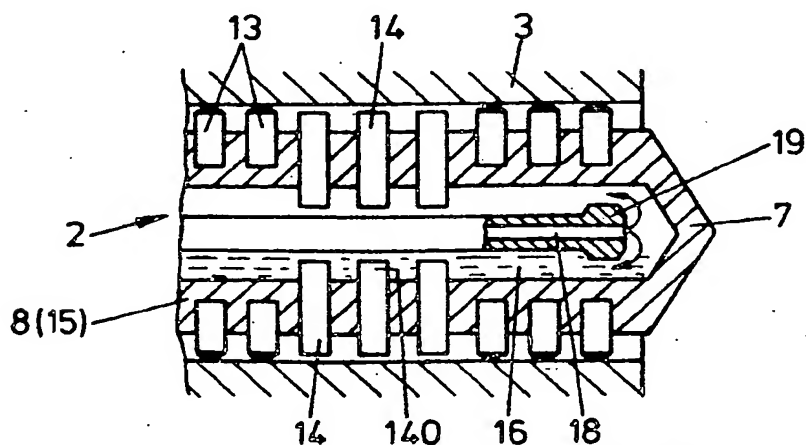


FIG. 3